



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**“Control estadístico de procesos en el área de extrusión de una  
fábrica de cables eléctricos, Lima 2017”**

**TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OBTENER EL GRADO DE:  
BACHILLER EN INGENIERIA INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**NORIEGA DÍAZ, ALFREDO BENJAMÍN**

**ASESOR:**

**MG. Morales Chalco, Osmart**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA**

**CALLAO – PERÚ**

**2017**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

El Jurado encargado de evaluar el Trabajo de Investigación, presentado por don (ña):

NORTEGA DIAZ, ALFREDO BENJAMÍN

Cuyo Título es:

"CONTROLA ESTADÍSTICO DE PRODUCTOS EN EL ÁREA DE EXTENSIÓN DE UNA  
PARTE DE CABLES ELÉCTRICOS, LMS 2017"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el evaluador, otorgándole el calificativo de BI (bueno) BUENO (bueno).

Caías, 20 de NOVIEMBRE del 2017.

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el evaluador debe levantar las observaciones para dar el puntaje a Resolución.

### **Declaratoria de Autenticidad**

Yo, Alfredo Benjamín Noriega Díaz egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificado con DNI N° 10176377 con el trabajo de investigación titulado: “Control estadístico de procesos en el área de extrusión de una fábrica de cables eléctricos, Lima 2017”

Declaro bajo juramento que:

- 1) El trabajo de investigación es de mi autoría.
- 2) Se ha formulado respetando las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. En conclusión, el trabajo de investigación no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El trabajo de investigación no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener un grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, ninguno ha sido falseado, ni duplicados, tampoco copiados y por tanto los resultados que se presentan en el trabajo de investigación se constituirían en aportes de la realidad investigativa.

De identificarse fraude (datos falsos), plagio (información sin citar autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Cesar Vallejo.

Callao, octubre de 2017

Alfredo Benjamín Noriega Díaz

DNI N° 10176377

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

Ante ustedes, alcanzo el trabajo de investigación denominada “Control estadístico de procesos para mejorar la productividad en el área de extrusión de una fábrica de cables eléctricos”. Lima, año 2017. En el que se plantea como objetivo determinar de qué manera se implementara un sistema de gestión de control estadístico de procesos en el área de extrusión para controlar el proceso de aislamiento con PVC de una fábrica de conductores eléctricos. Lima, año 2017

Se realiza esta presentación para el cumplimiento de las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial.

Esta investigación tiene un enfoque descriptivo de diseño no experimental. La muestra estuvo conformada por los datos numéricos del espesor de aislamiento en el proceso de aislado de conductores eléctricos en el área de extrusión de una fábrica de conductores eléctricos. Además, se empleó las técnicas de análisis documentario, observación de campo y experimental.

Se espera que la presente investigación alcance a cubrir las expectativas para la aprobación y posterior sustentación de ella.

El Autor

## ÍNDICE

Declaración de Autenticidad.....	<b>iii</b>
Presentación.....	<b>iv</b>
Índice.....	<b>v</b>
Resumen .....	<b>7</b>
I. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Realidad Problemática.....	9
1.2. Justificación del estudio .....	10
1.3. Antecedentes nacionales e internacionales .....	11
1.4. Teorías relacionadas al tema .. .....	12
1.5. Marco metodológico.....	14
1.6. Población y muestra .....	18
II. DESARROLLO.....	19
2.1. Descripción de la empresa.....	20
2.2. Diagnostico .....	21
2.3. Descripción de la propuesta .....	22
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	24
2.5. Monitoreo y control.....	26
2.6. Plan de mejora .....	27
III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	29
3.1. Conclusiones.....	30
3.2. Recomendaciones.....	31

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	32
V. ANEXOS .....	35

## **RESUMEN**

La investigación denominada “CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS EN EL AREA DE EXTRUSIÓN DE UNA FÁBRICA DE CABLES ELÉCTRICOS LIMA AÑO 2017”. Fue planteada con el objetivo de determinar la aplicación de un modelo de control estadístico de procesos en el área de extrusión de una fábrica de cables eléctricos lima año 2018. Esta investigación tiene un enfoque descriptivo de diseño no experimental. La población estuvo constituida por los datos numéricos del proceso de aislamiento con el que se elaboraron las gráficas de control del mes de octubre del 2017. Se empleó las técnicas de análisis documental y observación de campo

Palabra clave: control estadístico de procesos, variabilidad, graficas de control, estabilidad del proceso

## **I. INTRODUCCIÓN**



## 1.1 Realidad Problemática

En el contexto actual las empresas en general y en particular las empresas de manufactura se encuentran compitiendo en un entorno global donde la presión por aumentar la competitividad y mejorar los márgenes es cada vez mayor, la globalización ha permitido que, en todos los sectores económicos, y en especial en el sector manufactura, se encuentre siempre presente la amenaza de la competencia desde cualquier parte del mundo, que se encuentra dispuesta a incursionar para ganar nuevos clientes y mercados. Por todo esto es necesario priorizar los esfuerzos para mantener la competitividad del proceso productivo centrándose en la satisfacción del cliente y el uso eficiente de los recursos de la empresa. En el contexto nacional el sector de cables y conductores eléctricos viene atravesando una fase de recuperación, luego de varios años de malos resultados y contracción del mercado, este año las perspectivas del sector construcción son positivas, y también se pronostica un mayor crecimiento del gasto público. Los principales sectores económicos consumidores de cables eléctricos son en orden de importancia: Construcción, Infraestructura, Minería e Industria. INDECO tiene más del 65% del mercado interno, las importaciones atienden el 15% y el resto del mercado se divide entre 5 productores locales. Las principales amenazas para la posición de la empresa provienen, no de los competidores, ni de la importación (enfocada en principalmente en cables que no se fabrican localmente, por ejemplo, telecomunicaciones), sino del mercado informal, conformado por las falsificaciones y el ingreso de importaciones que no cumplen la normativa nacional.

A nivel regional el sector de Cables y conductores similarmente no está pasando por un buen momento, por la disminución en la actividad minera y el débil crecimiento del PBI en Latinoamérica, especialmente en los países con los mercados más grandes de la región (México y Brasil). A nivel global el sector de fabricación de cable ya superó un momento muy difícil a inicios de la década motivado por la crisis económica del 2008-2009 y la recesión global que vino luego como consecuencia de esta, y que tuvo como consecuencia cierre de fábricas y procesos de compras y fusiones entre las compañías más grandes del sector.

La empresa tiene como Visión Ser reconocidos a nivel mundial, como los mejores y más confiables fabricantes en el Perú de Conductores Eléctricos y de telecomunicaciones, y ser reconocidos en el Perú, como una empresa modelo de organización atractiva como

centro laboral donde su personal se sienta realizado. Y su Misión es contribuir al desarrollo del Perú suministrando productos, soporte técnico y servicios, para la conducción de energía eléctrica y de telecomunicaciones, satisfaciendo en forma equilibrada los intereses de los clientes, accionistas, proveedores y colaboradores de la empresa. La empresa se encuentra organizada en cuatro gerencias, Administración y finanzas, Recursos humanos, Comercial y Producción. Dentro de la Gerencia de producción tenemos las siguientes jefaturas: Almacenes, Control de calidad, Seguridad y medio ambiente, Mantenimiento y Producción, y esta última a su vez, está dividida en las áreas de: Trefilación, Cableado, Extrusión, Metrados y Esmaltados, el área en la cual se realizará el presente estudio es el área de extrusión, perteneciente a la gerencia de producción.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

La finalidad de esta investigación es mejorar la calidad como uniformidad y conformidad con las especificaciones en una línea de extrusión y así generar una salida más uniforme del proceso y como consecuencia obtener un menor consumo de material y una mejor calidad de producto.

### **1.5.1 Justificación teórica.**

En lo relacionado a la justificación teórica, podemos afirmar que, en el presente trabajo de investigación se analizó y buscó una relación existente entre las dos variables en estudio, se busca ampliar el conocimiento que sirva de base para los conocimientos teóricos que se van aplicar a las instituciones de nivel superior, también se buscó hacer una contribución a las teorías que ya existen. Y además como propósito tiene, estudiar los procedimientos a utilizar para aplicar las técnicas y herramientas de Control Estadístico de Calidad en proceso productivo en el ámbito nacional.

### **1.5.2 Justificación económica**

En lo económico, el control estadístico de procesos puede mejorar los resultados económicos de la empresa al permitir disminuir los costos de producción y la variabilidad del proceso productivo aumentando la eficiencia y mejorando la competitividad de la empresa. Uno de los componentes principales de los costos de calidad en los procesos de fabricación son los costos de calidad que tienen su origen en el reproceso y eliminación de los productos defectuosos.

### **1.5.3 Justificación práctica**

El presente trabajo de investigación, se realiza porque existe la necesidad de mejorar el

nivel de desempeño del proceso de extrusión y reducir su variabilidad, se busca conocer a profundidad las causas de este problema y plantear una propuesta de mejora utilizando la capacidad de procesos para generar un incremento de la eficiencia en el proceso productivo.

#### **1.5.4 Justificación Metodológica**

Con la finalidad de cumplir los objetivos de este estudio se utilizó la metodología científica aplicando técnicas de muestreo y análisis de resultados y así de esta forma demostrar la viabilidad de la propuesta.

## **1.2. TRABAJOS PREVIOS**

Durante la búsqueda de información relacionada al tema de esta investigación, se pudo encontrar las siguientes tesis vinculadas a las variables de nuestro estudio:

### **1.2.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Encontramos que en la tesis de Juan diego Jaramillo Hurtado, titulada “Diseño de un modelo de control. Estadístico de la calidad al proceso productivo de película de polietileno en la empresa Plasti Pac Cali S.A.S” presentada con la finalidad de obtener el grado de ingeniero industrial en la Universidad Autónoma de Occidente, 2017 en Cali, Colombia, la cual buscó diseñar un modelo de control estadístico para el proceso de producción de película de polietileno que tenía una elevada proporción de desechos y sobre consumo de materia prima generado por la ausencia de una adecuada gestión. Para lo cual realizó un diagnóstico inicial con la finalidad de determinar el estado inicial, llegando a la conclusión que el proceso de fabricación no tiene la capacidad de satisfacer las especificaciones de fabricación principalmente por la excesiva variabilidad y que existe la necesidad de implementar un plan de acción que logre determinar las variables que ocasionan dicha variabilidad y definir técnicas para controlarla. Finalmente, el autor concluye que la ejecución de un plan de calidad permitirá delimitar mejor el proceso de fabricación y así mismo definir una mejor manera de controlar la calidad del producto. Esta tesis permite observar la utilidad del control estadístico para diagnosticar la

capacidad de un proceso de fabricación muy similar al objeto de nuestro estudio, y de la misma forma observar las particularidades de la variabilidad inherente a estos procesos.

En la tesis de Pincay Daniela, “Diseño de un Sistema de Control Estadístico del Proceso de Encapsulado de Bebidas Gaseosas” presentada para obtener el título de ingeniero industrial en la Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil - Ecuador Año: 2016. El autor tuvo como objetivo diseñar un Sistema de Control Estadístico en el subproceso de encapsulado de una fábrica de bebidas gaseosas. Inicialmente utilizó las gráficas de control para determinar que parte del proceso se encontraba fuera de control estadístico, analizando la variable torque de encapsulado. Una vez individualizados los equipos con problemas de variabilidad se realizó un análisis de causa raíz y búsqueda de soluciones aplicando técnicas de mejora continua y diseño experimental. Una vez implementadas las mejoras se consiguió el objetivo de mejorar la capacidad del proceso. La autora logró demostrar la utilidad de la herramienta de control estadístico para hacer una valoración de la calidad del proceso productivo e implementar un plan de mejora

En la tesis “Implementación de control estadístico de procesos para el control de la calidad y la mejora continua en una industria minera” de Andrade Yareni, tesina para optar por el título de ingeniero químico presentada en la Universidad Autónoma, en la ciudad de Toluca México, año 2013, la cual buscó implementar en el área de Ensayos de laboratorio de una empresa Minera, un control estadístico de procesos de las muestras de mineral que llegan para su análisis, con lo que se lograría detectar si dichas muestras obtenidas en un proceso anterior presentaban una variabilidad excesiva, de modo que se tuviera este aspecto en consideración al momento de realizar las pruebas de Espectrofotometría por Absorción Atómica. Los resultados de la implementación del control estadístico del proceso se vieron mostrados en el aumento considerable de la conformidad de las evaluaciones realizadas en el área de Ensayo por Vía Húmeda instituyendo de esta manera una mejora continua en la empresa. Llegando a la conclusión que en el área de laboratorio objeto de estudio es posible establecer una implementación como la propuesta para prevenir errores de resultados fuera de especificaciones, y de esta manera una disminución en costos por reprocesos.<sup>7</sup>

### 1.2.2 ANTECEDENTES NACIONALES

De igual forma en la tesis de León Katheryn, titulada “Control estadístico de procesos para mejorar la calidad en la línea de polos industriales, Área de producción, empresa Nono Fashion SAC” presentada en la Universidad César Vallejo, Lima Perú, en el año 2017 para optar por el título de ingeniero industrial, la cual buscó comprobar cómo el Control estadístico de procesos mejoró la calidad en la línea de polos industriales del área de producción en una fábrica textil, para lo cual realizó una introducción teórica de las herramientas estadísticas y de calidad utilizadas que facilitaron el diagnóstico, encontrándose que el proceso estaba fuera de control estadístico. Estos datos se analizaron para la toma de decisiones con la ayuda del software Minitab, posteriormente en base a estos hallazgos se implementó proceso de mejora basado en el método DMAMC, este trabajo es importante para la elaboración del presente trabajo pues permite analizar la relación entre las dos variables objeto de nuestra investigación y una aplicación práctica del control estadístico de procesos haciendo uso de las herramientas informáticas, (Software Minitab)

Así mismo en la tesis de Calderón, Francisco, “Diagnóstico y propuesta de mejora del proceso de control de la calidad en una empresa que elabora aceites lubricantes automotrices e industriales utilizando herramientas y técnicas de la calidad” presentada para optar el Título de Ingeniero Industrial en la Pontificia Universidad Católica de la ciudad de Lima, en el año 2014 la cual tenía como objetivo diseñar una propuesta de mejora del proceso de control de calidad, para lo cual se realiza inicialmente un diagnóstico del proceso, luego se evalúan los inconvenientes hallados mediante Diagramas de Pareto y se hace un análisis de causa raíz a través del uso de Diagrama de Ishikawa. Asimismo, se señalan ciertas oportunidades de mejora y se plantean soluciones. Posteriormente se diseña un plan de mejora del control de calidad de cada etapa del proceso de fabricación y se realiza una evaluación de estas propuestas con el propósito de definir la factibilidad y la rentabilidad de cada una de ellas. La utilidad de esta tesis para nuestro análisis, se encuentra principalmente en que contribuye a la definición y a la identificación de las dimensiones de la variable dependiente.

De la misma forma en la tesis de Jamanca, Liz del Carmen, “Control estadístico para mejorar la eficiencia del riego en el proceso de lixiviación en minera Barrick Misquichilca S.A.” tesis para obtener el título profesional de ingeniero industrial en la Universidad César Vallejo en la ciudad de Huaraz Perú en el año 2017. La cual tuvo como objetivo

elaborar un control estadístico para mejorar la eficiencia del sistema de riego en el proceso de lixiviación. Para lo cual realizó La población y muestra de estudio estuvo basada en 35 celdas de lixiviación, en los que se tomaron las muestras de uniformidad de riego y taponamiento para ello se empleó la guía para evaluar la eficiencia de riego. Estos resultados se evaluaron por medio de gráficas de control y análisis ABC. Como conclusión del estudio se aprecia un crecimiento significativo en la eficacia de riego, por lo que el autor concluyó que el incremento de la eficiencia de riego se debe a la aplicación y uso del control estadístico. Esta tesis muestra un caso concreto y exitoso de una aplicación práctica de la mejora de un proceso empleando un control estadístico de procesos, así como el marco teórico del mismo y su bibliografía facilitaron la determinación de la presente investigación.

## **1.7 OBJETIVOS**

Describir la implementación de un control estadístico de procesos en el área de extrusión en una fábrica de conductores eléctricos Lima-2017.

Describir cómo el control estadístico de procesos permitió medir y controlar el impacto de la variabilidad en los resultados del área de extrusión en una fábrica de conductores eléctricos Lima-2017.

Describir como el uso de las herramientas del control estadístico de procesos facilitó la propuesta de un plan de acción basado en la técnica DMAIC que nos permita cómo el mejorar la variabilidad y reducir el sobreconsumo en el área de extrusión en una fábrica de conductores eléctricos Lima-2017.

## **1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

### **1.3.1. CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS**

El control estadístico de procesos (también conocido por sus iniciales en inglés, SPC) es un conjunto de herramientas que se utilizan para monitorear y controlara un proceso

productivo, con el objetivo de hacer predecible un proceso en el tiempo y de esta forma anticiparse a los posibles problemas en lugar de reaccionar y buscar soluciones luego que el problema ya se manifieste. Es una herramienta que tiene su mayor utilidad como apoyo en la toma de decisiones y favorece el proceso de mejora continua, influyendo en el grado de satisfacción del cliente y en la reducción de desperdicios. Al monitorear la variabilidad del proceso permite identificar cualquier desviación que pueda ocurrir, y conseguir aislar el origen de estas, con la finalidad de eliminarlas y tomar medidas para evitar que vuelvan a aparecer en el futuro (o bien, si sus efectos fueran beneficiosos, que las incorporen permanentemente en el proceso).

Es a través de la utilización de los gráficos de control, introducidos por Shewhart en los laboratorios Bell en 1924, que se podrá medir y cuantificar la variabilidad del proceso, en un proceso de manufactura siempre existirá una variabilidad, nunca un producto será exactamente igual a otro, pero las causas de esta variabilidad se pueden dividir en dos clases:

- Causas naturales o aleatorias
- Causas especiales o asignables.

Las causas naturales son aquellas están constantemente presentes en un proceso y causa una variación natural del mismo que tiene una distribución estable en el tiempo, esta variación es la acumulación de diversas causas fortuitas que individualmente tiene poca importancia, no son fácilmente identificables, son numerosas y para evitarlas sería necesaria una mejora del proceso. Las causas especiales por el contrario son las que se pueden estudiar hasta encontrar su origen, tiene una mayor magnitud, se presentan de forma intermitente y son impredecibles. Si en determinado proceso se encuentra que la variación esta ocasionada solo por causas aleatorias, se dice que el proceso está bajo control estadístico, es decir que en este proceso las variaciones de los datos analizados son solo de una naturaleza constante y previsible.

### **Gráficas de control.**

Para hacer evidente cuándo un proceso se encuentra bajo control estadístico se utilizan las gráficas de control, su propósito es establecer si el proceso es constante, o dicho de otra forma si solo tiene variaciones atribuibles a causas comunes. Una gráfica de control

sirve para comparar gráficamente los datos obtenidos del proceso con una línea central /que representa la media de los datos) y con los límites de control calculados en base a la variación del proceso. Estos límites se calculan en 3 desviaciones estándar por encima y por debajo de la línea central, para el límite de control superior e inferior respectivamente. Estos límites no deben confundirse con los límites de especificación, que son límites para aprobar un producto como última opción, pero no son útiles para detectar variaciones en el proceso que luego podrían originar productos no conformes. En el momento en que, con la ayuda de una gráfica de control se identifica un escenario fuera de control estadístico, es posible iniciar una investigación de las causas para identificar las causas especiales y tomar medidas correctoras.

Las gráficas de control se usan con el objetivo de monitorear un proceso ya existente o para estudiar la respuesta de un nuevo proceso o de una mejora implementada, o para saber cuándo es adecuado intervenir en un proceso evitando así la sobre corrección innecesaria.

De acuerdo a Besterfield, (2009, p.187), existen dos tipos generales de gráficas de control:

#### **Gráficas de control de proceso por atributos**

Los diagramas de control por atributos son utilizados para monitorear la variabilidad cuando se evalúan datos de características cualitativas (Verdoy et al., 2006).

Por lo general se refieren al uso de una evaluación clasificable en dos estados: Defectuoso o no defectuoso, por si posee o no cierta propiedad. Se puede monitorear la cantidad de productos defectuosos de una muestra o el número de elementos defectuosos, teniendo este tipo de herramienta la ventaja que suele ser más sencilla su aplicación.

#### **Gráficas de control de proceso por variables**

Se aplican a la medición de la variabilidad de características de naturaleza continua cuya evaluación está fundamentada en una escala continua de medición, como, por ejemplo: longitud, peso o tiempo, y comúnmente requieren un instrumento de medición.

#### **Capacidad de proceso**

La capacidad del proceso es una medición de la variabilidad o dispersión del mismo, es decir, permite determinar la uniformidad de la salida de un proceso y si es capaz de producir un producto dentro de ciertas especificaciones. Para poder evaluar la capacidad de un proceso se debe primero cumplir dos condiciones: la primera y más importante de



ellas es que el proceso se encuentre bajo control estadístico. La otra es que los datos tengan una distribución que sea de tipo Normal, que se conoce comúnmente como campana de Gauss, en la que los datos se agrupan de forma simétrica alrededor de un punto central (Besterfield, 2009, p.207).

Según Bertrand L. Hansen (2008), el análisis de la capacidad del proceso “es un paso básico dentro de cualquier programa de control de calidad. Su objetivo es tratar de analizar hasta qué punto pueden resultar conformes al proyecto los artículos producidos mediante un proceso.” Este análisis proporciona una estimación de mayor nivel de calidad que puede lograr el proceso tal como se concibió. El análisis de capacidad se suele llamar capacidad de procesos o de maquinaria. es de carácter más específico, ya que solo se representa la capacidad de la maquinaria, mientras que el término proceso incluye la mano de obra.

### **Dimensiones e indicadores**

Las variables medidas de un proceso deberían satisfacer ciertas especificaciones definidas, con la finalidad que sea factible saber si dicho proceso trabaja de modo correcto. Por eso, un trabajo esencial del control de calidad es saber si un proceso es capaz, que consiste en saber para una característica del producto que estamos controlando, la amplitud de la variación aleatoria del proceso. Así podremos saber de antemano si el proceso podrá satisfacer dicha característica de calidad en base a las especificaciones.

### **Medidas de tendencia central**

Al comprobar una característica de calidad de un producto, el primer punto reside en saber el valor promedio alrededor del que están agrupados la mayoría de los datos. Esto nos permitirá conocer si el proceso está centrado y tiene una distribución normal; es decir, si la tendencia central de la variable de salida es igual o está muy próxima a el valor nominal deseado. Los siguientes son dos tipos medidas de tendencia central

- **Media:** También llamada media aritmética o promedio es una medida de tendencia central que es igual al promedio aritmético de un conjunto de datos, que se obtiene a partir de la suma de todos los datos y el resultado se divide entre el número de datos. Cuando el conjunto de datos es una muestra aleatoria recibe el

nombre de media muestral.

- **Mediana:** Medida de tendencia central que representa el valor de posición central, es decir si ordenamos los datos de mayor, es el punto que ocupa la posición central.

Este tipo de medidas son insuficientes como criterio de calidad para darnos una real imagen del proceso necesitamos medir también la dispersión de los datos para tener una perspectiva de los mismos más coherente con la realidad

## MARCO METODOLOGICO

Por el propósito o finalidad que persigue esta investigación es del tipo descriptivo porque su fin es describir la aplicación de la técnica de control estadístico de procesos como resultado de una observación y estudio de una realidad, en cuanto al diseño de la investigación podemos afirmar que este trabajo tiene un enfoque no experimental

## POBLACIÓN Y MUESTRA

El método de muestreo que se utilizará es el método aleatorio simple que es un procedimiento de muestreo probabilístico que da a cada elemento de la población objetivo y a cada posible muestra de un tamaño determinado, la misma probabilidad de ser seleccionado, en este tipo de muestreo consiste en una recolección de variables independientes idénticamente distribuidas. Se dice que una muestra aleatoria es “representativa” de la población debido a que considera que cada elemento de la población ha tenido la misma oportunidad de formar parte de la muestra. Las conclusiones basadas en una muestra aleatoria son generalizables a la población de la muestra (Davore, 2008, p.22).

La población de estudio de la presente investigación son los datos recogidos del proceso de aislamiento del área de extrusión.

## **II. DESARROLLO**

### **DESCRIPCION DE LA EMPRESA**

INDECO, empresa dedicada a la manufactura y comercialización de Cables y conductores para la electricidad y de telecomunicaciones, inició sus operaciones el año 1952. A lo largo de los años la empresa estuvo bajo la gestión y propiedad de empresas de gran envergadura como Cerro Corporation de New York (1967), Marmon Group (1978), Compañía Minera Milpo (1989), Madeco S.A (1994) y finalmente desde el año 2008 es parte de la Corporación Nexans de Francia, el segundo mayor productor de cables del mundo, con más de 70 plantas a nivel mundial y presencia en los cinco continentes.

La empresa tiene como Visión Ser reconocidos a nivel mundial, como los mejores y más confiables fabricantes en el Perú de Conductores Eléctricos y de telecomunicaciones, y ser reconocidos en el Perú, como una empresa modelo de organización atractiva como centro laboral donde su personal se sienta realizado. Y su Misión es contribuir al desarrollo del Perú suministrando productos, soporte técnico y servicios, para la conducción de energía eléctrica y de telecomunicaciones, satisfaciendo en forma equilibrada los intereses de los clientes, accionistas, proveedores y colaboradores de la empresa. Nexans cuenta con 6 valores que gobiernan sus acciones cotidianas y fortalecen las relaciones con sus clientes y proveedores: pensar en el cliente, valorar a las personas, comprometerse con la excelencia, tomar la iniciativa, ser responsable y trabajar globalmente

La empresa se encuentra organizada en cuatro gerencias, Administración y finanzas, Recursos humanos, Comercial y Producción. Dentro de la Gerencia de producción tenemos las siguientes jefaturas: Almacenes, Control de calidad, Seguridad y medio ambiente, Mantenimiento y Producción, y esta última a su vez, está dividida en las áreas de: Trefilación, Cableado, Extrusión, Metrados y Esmaltados, el área en la cual se realizará el presente estudio es el área de extrusión, perteneciente a la gerencia de producción.

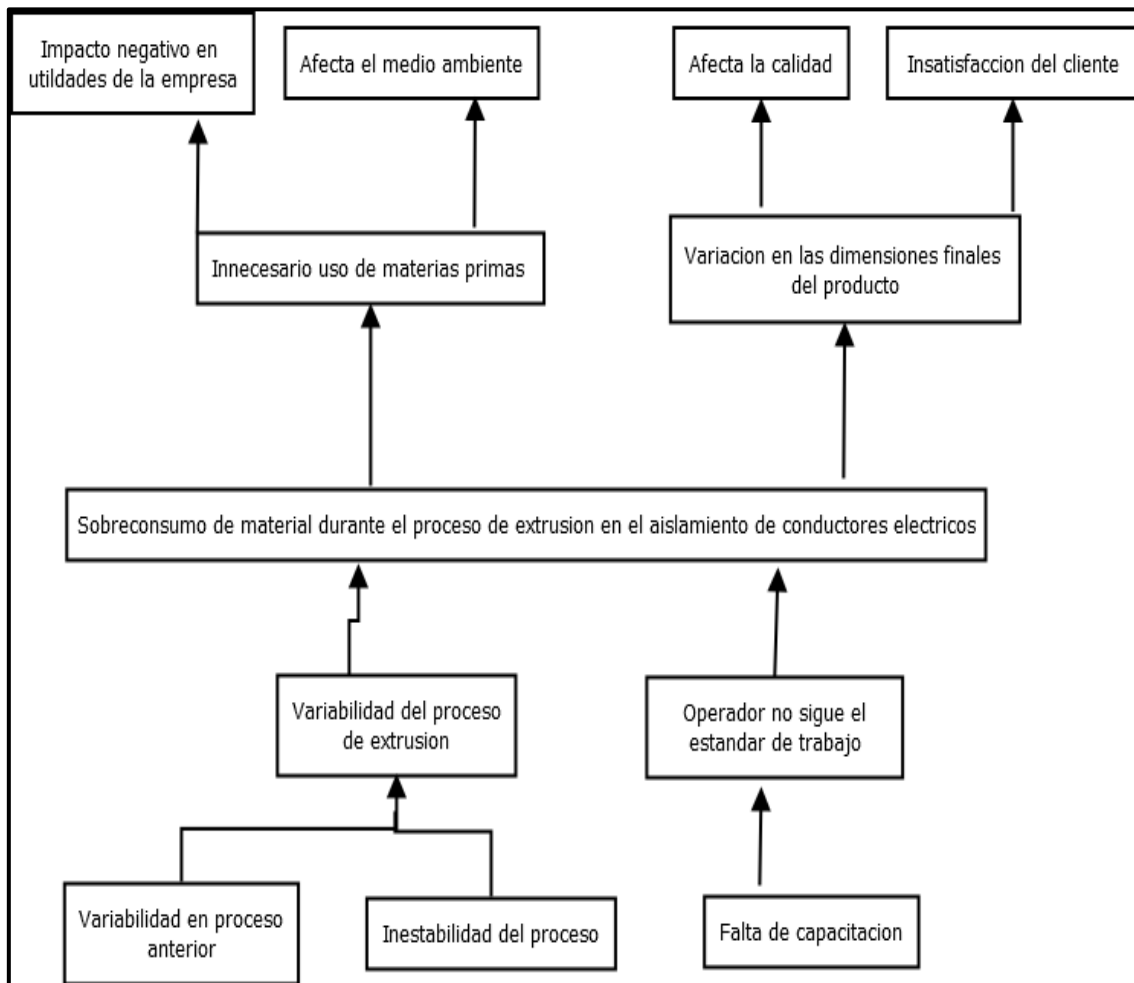
## **DIAGNOSTICO.**

Al evaluar la problemática del área de extrusión se hace evidente después un análisis de la productividad del área uno de los principales objetivos es controlar el sobre consumo de material (plástico) en el proceso de extrusión, este objetivo es particularmente difícil de alcanzar en este caso, debido a la variabilidad del proceso, incluso cuando todos los parámetros de operación del proceso de extrusión, (Presión, temperatura, materia prima y otros) aparentemente se encuentran bajo control, el producto final aún puede mostrar una variabilidad importante y no cumplir con las especificaciones del producto.

Esto tiene como consecuencia que la variabilidad presente en el producto final obligue al operador a trabajar con mayores dimensiones, en las especificaciones técnicas del aislamiento de cables se define solo el límite mínimo de aislamiento pero no el máximo, así el no cumplir con el espesor mínimo de aislamiento convierte el producto en inservible no así el máximo por lo que existe la tendencia normal del operador de trabajar a valores superiores a la especificación, lo que incide de manera directa en el sobreconsumo de material.

Indicadores de Producción Es importante que una empresa maneje indicadores, los cuales muestran mediante números la realidad de una empresa, lo que permite a los directores tomar acciones que impactan en el futuro del trabajo de la empresa. A continuación, se indican algunos de los principales indicadores utilizados. (Meyers: 2010)

Figura 1: Arbol de problemas



### 3.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

Para lograr la calidad de un proceso de fabricación es necesario que este sea estable en el tiempo, de otra forma es imposible lograr el objetivo de hacerlo bien al primer intento y mantener un alto nivel de calidad, todas las personas involucradas en la calidad del proceso deben buscar siempre mejorar el desempeño del sistema y aumentar la estabilidad

El control estadístico de procesos (SPC) y el índice de capacidad de proceso ( $Cpk$ ) son herramientas utilizadas principalmente para reducir la variabilidad del proceso, controlar y supervisar el desempeño del proceso y también nos sirven para estimar el probable valor de salida de un parámetro del proceso, si sabemos la amplitud de la variabilidad del mismo

En este caso el análisis de capacidad de proceso con el software minitab nos permitió hacer una valoración de la estabilidad del proceso de extrusión, analizar el proceso y

plantear unas mejoras alternativas de mejora utilizando las herramientas de la metodología Six Sigma, específicamente utilizando el índice CPk en las etapas Medir y Controlar del método de mejora continua DMAIC y estaremos en la capacidad de valorar el impacto en la estabilidad y variabilidad del proceso de extrusión de PVC

## **MONITOREO Y CONTROL DE LA VARIABILIDAD DEL PROCESO**

Para poder monitorear y controlar el proceso se utilizó dos herramientas del control estadístico de procesos como son las gráficas de control y el análisis del índice de capacidad de proceso.

Conocer la amplitud de la variabilidad del proceso de extrusión, es decir del aislamiento plástico del PVC del cable eléctrico permitirá por un lado tratar de controlar esta variabilidad y a la vez medir la eficacia de las posibles soluciones al problema que se implementen como resultados del análisis de los problemas encontrados y las medidas correctivas a utilizar.

El método de Análisis de Capacidad de Proceso consiste en la toma de muestras: 150 muestras tomadas en subgrupos de 5 muestras cada 500 metros. Las muestras fueron medidas en seis puntos equidistantes y se toma el promedio del espesor.

## **Índice de capacidad de proceso actual**

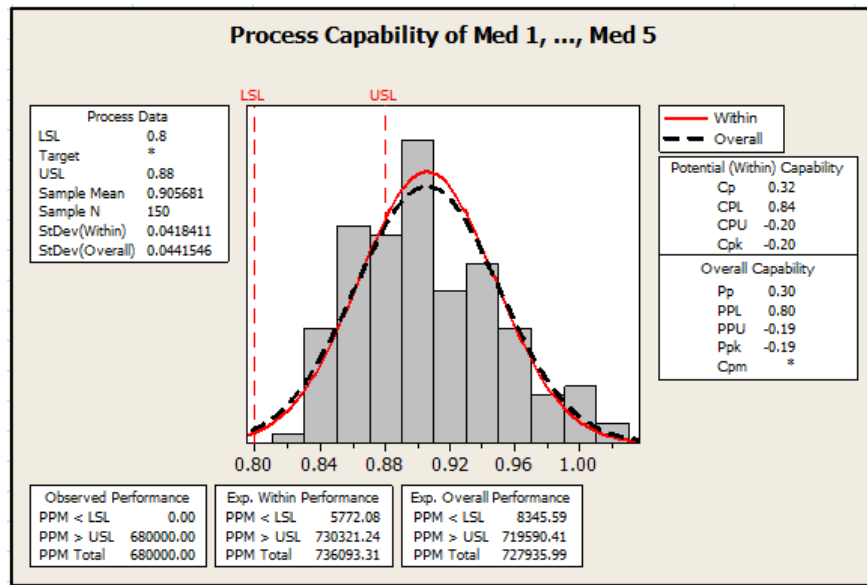


Figura 2: Capacidad de proceso actual

Se observa un proceso que si bien tiene una distribución normal no se encuentra dentro de los límites de especificación al no poder sobrepasar el límite inferior de fabricación el operador, ante la amplia variación de la salida el proceso (espesor de aislamiento de plástico) se ve en la necesidad de centrar el proceso por encima del límite superior de fabricación con el importante sobreconsumo observado

Las gráficas de control son l medida a implementarse en la maquina para hacer el seguimiento a la variabilidad del proceso a pie de máquina, esto permitió detectar las desviaciones de la variabilidad deseada por el mismo operador y poder actuar sobre ellas inmediatamente.



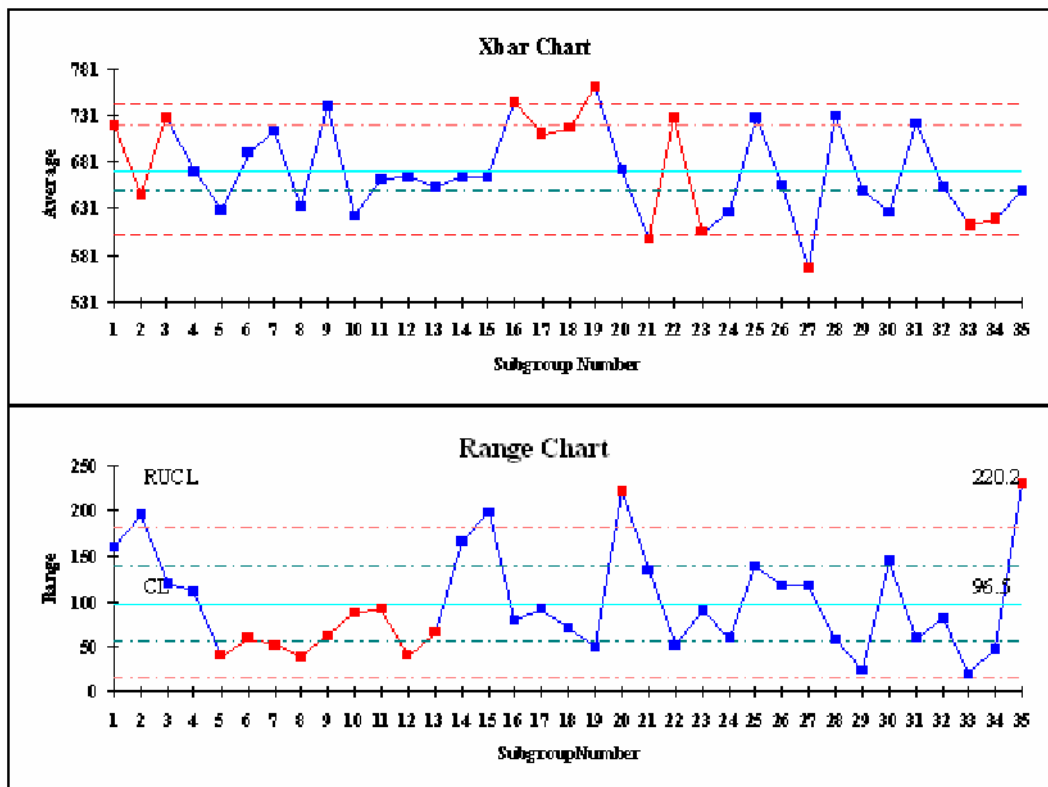


Figura 3: Gráfico de control

## PLAN DE MEJORA UTILIZANDO LA HERRAMIENTA DMAIC

En base a los resultados obtenidos en el análisis de proceso actual y al diagnóstico de los principales problemas por los que pasa la empresa, se plantearán propuestas de mejora a los procesos actuales. Primero se determinará las herramientas más adecuadas para las propuestas de mejora mediante una matriz de enfrentamiento en base a criterios previos. Luego de eso, se plantearán las propuestas de mejora y se desarrollará cada una de ellas, mostrando su beneficio y necesidad de implementación. El objetivo principal de estas propuestas es el aumento de los índices de productividad, la reducción de costos y definir un sistema de trabajo y organización que le permita a la empresa trabajar de forma óptima.

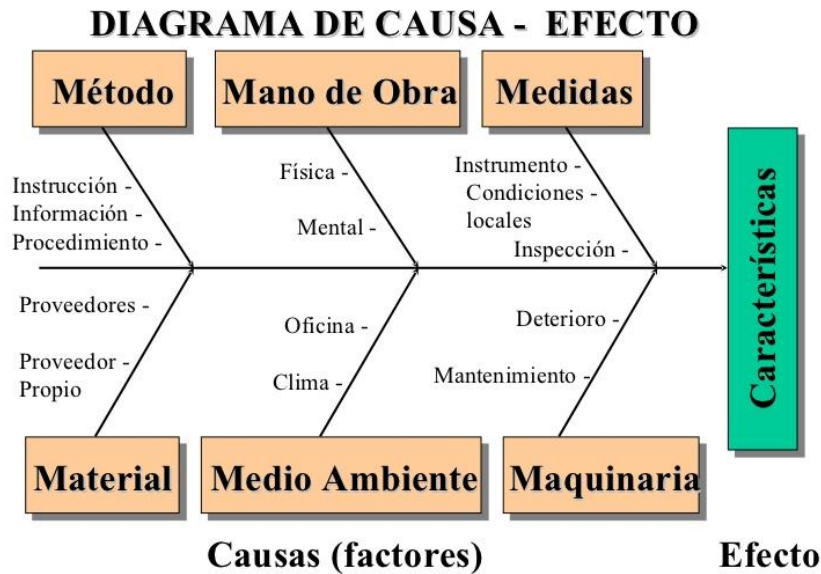


Figura 4: Diagrama causa efecto

Esta metodología Six Sixma se compone de cinco principios fundamentales:

- D – Definir (Define)
- M – Medir (Measure)
- A – Analizar (Analyse)
- I – Mejorar (Improve)
- C – Controlar (Control)

#### Paso1

- **Definir (Define):** se Definió un proyecto de implementación de las gráficas de control en cada turno de producción, así como de la elaboración del análisis de capacidad de proceso al inicio y al intermedio de cada cambio de producto, esta periodicidad es variable, dependiendo del tamaño de cada lote de producción por lo general toma de uno a mas turnos de trabajo de 8 horas completar un lote.

#### Paso2

- **Medir (Measure):** Medir las condiciones del problema, evaluando la capacidad y variabilidad con las herramientas que nos brinda el SPC, según la información suministrada por el proceso.

### Paso3

- **Analizar (Analyze):** Analizar las causas del problema, aplicando técnicas tales como la lluvia de ideas, diagrama de causa efecto.

### Paso 4

- **Mejorar (Improve).**- Mejorar las condiciones del proceso, identificando y cuantificando las variables críticas del proceso. Implementando soluciones adecuadas a cada una de las causas encontradas y valorando los resultados.

### Paso 5

- **Controlar (Control).**- Controlar la variabilidad del proceso, para que el problema de calidad no sea recurrente, evaluando la efectividad de las medidas implementadas

## Medición de mejoras en capacidad de proceso

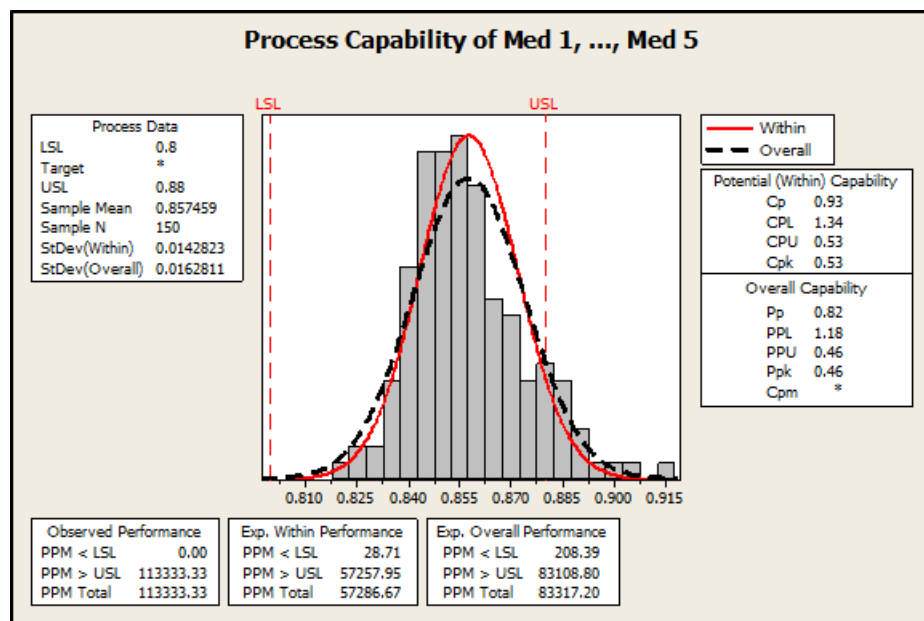


Figura 5: Cuadro estadístico

## Objetivo Índice de capacidad de proceso

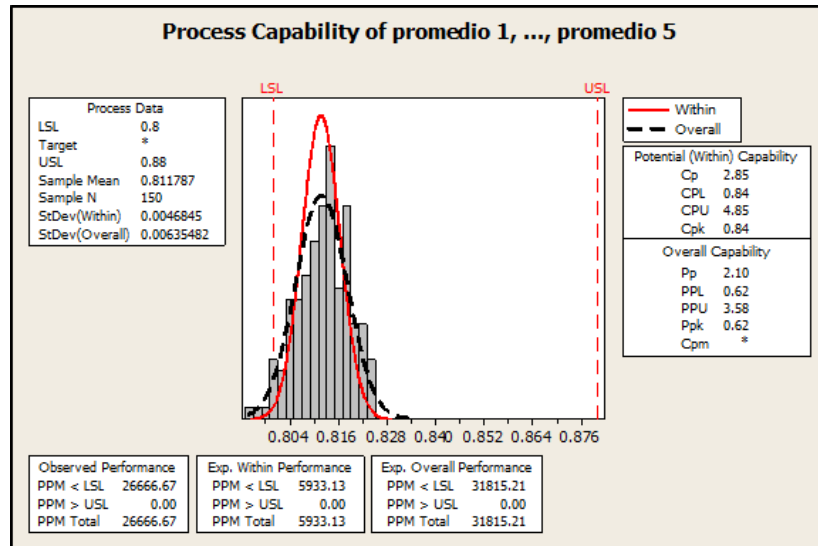


Figura 6: Capacidad de proceso esperada

Al implementar el plan de mejora obtenido durante el paso previo nuestro objetivo es aumentar la variabilidad el proceso en el grafico se muestra un proceso con una alta capacidad de proceso (Índice Cp. igual a 2.85) con una distribución normal permite trabajar el proceso lo más cerca posible al límite inferior del proceso LSL, disminuyendo los costos de sobreconsumo de material, y aumentando la productividad el proceso de extrusión y por consiguiente las utilidades de la empresa

### **III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

- Se logró determinar que la causa principal del sobreconsumo de material PCV en el proceso de extrusión es la variabilidad de la salida del proceso, es decir del espesor del aislamiento plástico, impactando directamente la productividad del área y la calidad del producto final.
- Una parte muy importante para la mejora del proceso es la participación, motivación y el compromiso del personal operativo. Sin la adecuada gestión de personas es imposible la implementación y el éxito de ningún plan de mejora, por lo que este aspecto debe ser prioritario al momento de implementar la propuesta de mejora.
- Se logró mejorar el índice de capacidad de proceso en el proceso de extrusión en una fábrica de conductores eléctricos el índice de capacidad de proceso ( $Cpk$ )

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda mantener un sistema de capacitación constante al área operativa, esta pueden ser realizadas por capacitadores internos o externos pero lo importante es transmitir adecuadamente las técnicas a utilizar, el propósito de las mejoras y los resultados esperados de la inversión realizada por la empresa.
- Se sugiere la implementación de un control estadístico mensual para la eficiencia de producción ya que de esta manera se puede observar la variabilidad de los procesos de extrusión y enfocarse en los más críticos. Todo esto para aumentar la eficiencia de del área de extrusión.
- Se sugiere a la empresa definir responsabilidades claras y establecer indicadores que permitan monitorear la adecuada implementación del plan de mejora así como también el compromiso del personal directivo de planta para detectar a tiempo futuras causas asignables y aplicando una corrección planificada para cumplir con las especificaciones técnicas solicitadas por el cliente.

#### **IV. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**




1. MONTGOMERY, Donald. Introduction to Statistical Quality Control. Sixth Edition. Madrid: John Wiley & Sons, Inc. 2009. 737pp. ISBN: 978-0-470-16992-6
2. DEMING, W. Edwards. Statistical Adjustment of Data. Dover Publications. 2011 288 pp. ISBN-13: 978-0486646855
3. RENDÓN, Hernán. Control Estadístico de la Calidad. Medellín: Centro Editorial de la Facultad de Minas Universidad Nacional de Colombia. 2013. 318pp. ISBN: 978-958-761-629-3
4. GUTIERREZ, Humberto. Calidad Total y Productividad. México D.F: McGraw Hill Editores. 2010. 383 pp. ISBN: 978-607-15-0315-2
5. GUTIERREZ, Humberto y DE LA VARA, Román. Control Estadístico de la Calidad y Six Sigma. México D.F: McGraw Hill Editores. 2010. 359 pp. ISBN: 978-970-10-6912-7
6. DEVORE, Jay L. Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias. México D.F: Cengage Learning Editores. 2008. 710pp. ISBN: 0-495-38217-5
7. CUATRECASAS L, Organización de la Producción y Dirección de Operaciones, 2011, p. 323. IBN
8. HERNADEZ, Roberto et al. Metodología de la investigación. México D.F. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 2010 656 pp. ISBN: 978-607-15-0291-9

9. BEHAR, Daniel. Introducción a la Metodología de la Investigación. Caracas 2008. SHALOM EDICIONES DIGITALES, C.A. 94pp. ISBN 978-959-212-783-7
10. BESTERFIELD, Dale H. Control de calidad Octava edición. México. Pearson Educación de México. 2009. 552 pp. ISBN: 978-607-442-121-7
11. RENDÓN, Hernán. Control Estadístico de la Calidad. Medellín: Centro Editorial de la Facultad de Minas Universidad Nacional de Colombia. 2013. 318pp. ISBN: 978-958-761-629-3
12. JURAN, Joseph. Manual de control de la calidad. Barcelona: Reverte S.A, 1990. pp. 719. ISBN: 842912652.
13. VILAR, Francisco. Control estadístico de los procesos - SPC. España: Artegraf S.A. 2005. pp. 519. ISBN: 8496169596
14. CALDERÓN Pozo, German. Diagnóstico y propuesta de mejora del proceso de control de la calidad en una empresa que elabora aceites lubricantes automotrices e industriales utilizando herramientas y técnicas de la calidad. trabajo de titulación (ingeniero industrial). Lima: Universidad Católica del Perú. Facultad de ciencias e ingeniería, 2014. 113 pp.
15. YEP Leung, Tommy Alejandro . Propuesta y aplicación de herramientas para la mejora de la calidad en el proceso productivo en una planta manufacturera de pulpa y papel tisú. Trabajo de Titulación (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Católica del Perú. Facultad de ciencias e ingeniería, 2011. 110 pp.
16. PINCAY V., Daniela & SILVA M. , Jessica .Diseño de un Sistema de Control del Proceso de Encapsulado de Bebidas Gaseosas. Tesis (Ingeniero Industrial). Guayaquil, Ecuador : Universidad Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción, 2016. 151 pp
17. ANDRADE A., Yasvet. Implementación de Contol estadístico de procesos para el control de la Calidad y la Mejora Continua en una industria Minera. Tesis Ingeniero Químico). Toluca, México : Universidad Autónoma del Estado de México. Facultad de Ingeniería Química, 2012. 93 pp.
18. VALDERRAMA, Jhoselin. Propuesta de implementación de técnicas de control estadístico de calidad para disminuir los índices de productos defectuosos e

- incrementar la rentabilidad en la empresa Inversiones Industriales del Amazonas S.A.C. Tesis de grado. Universidad Privada del Norte 2017 136pp.
19. LEÓN, Katheryn. Control estadístico de procesos para mejorar la calidad en la línea de polos industriales, Area de produccion, empresa Nono Fashion SAC. Tesis de grado Universida Cesar Vallejo. 2017 122pp.
  20. CAMISON, Cesar, CRUZ, Sonia y GONZALES, Tomas. Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Madrid: Pearson educación S.A, 2006. ISBN: 9788420542621.
  21. RODRIGUEZ, Juan y SAONA, Rubeli. Diseño de un sistema de control y supervisión, para garantizar la dosificación de cianuro necesario en las celdas de riego durante el proceso de lixiviación en minera Barrick Misquichilva S.A. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2014. pp. 121.
  22. MAYA N., Mayra .Implementación del Control Estadístico para la Calidad en la Empresa Angie Confecciones en la línea de producción de calentadores, para Mejorar la Capacidad del Proceso y Productividad. Tesis (Ingeniero Industrial) .Ibarra – Ecuador: Universidad Técnica del Norte, Facultad de Ingenieria Industrial, 2012.367 pp.
  23. DE LA VARA, R. Control estadístico de la calidad y seis sigma; editado por McGraw-Hill/Interamericana Editores S.A. Segunda edición .México.2009.98 pp. ISBN:978-970-10-6912-7
  24. ALFARO, N. José Manuel. Gráficos multivalentes aplicados al control estadístico de la calidad. 1era edición 2010. 43pp. ISBN: 9788497455237
  25. ALLEN, L.Webster. Estadística Aplicada a los negocios y a la economía. Bradley University, 3da Ed. México: Editorial McGraw Hill, 2000. 651pp. ISBN: 9584100726
  26. CUATRECASAS, Lluís. Ingeniería de Procesos y Planta. 1era edición 2016. 408pp. ISBN: 9788416904006

## **V. ANEXOS**

## ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	---	---

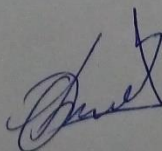
Yo, Monsie Osant Chano  
 docente de la Facultad INGENIERIA y Escuela  
 Profesional Industria Industrial de la Universidad César Vallejo Cusco (precisar  
 filial o sede), revisor (a) del Trabajo de Investigación titulado:

" Control Estadístico de Procesos en la Sala de  
Extensión de una Empresa de Cables Eléctricos  
Lima 2017 "

del (de la) estudiante NORITA DÍAZ NIENCO BENJAMÍN  
 constato que la investigación tiene un índice de similitud  
 de 36% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las  
 coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis  
 cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la  
 Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Cusco, 30 de Noviembre 2017




Monsie Osant Chano  
 Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente

DNI: 01900421

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	-------------------------------	--------	---	--------	-----------

B\_NORIEGA\_DAB



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Control estadístico de procesos en el área de extrusión de una fábrica de cables eléctricos, Lima 2017”

TÍTULO

TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OBTENER EL GRADO DE:  
BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

AUTOR:  
NORIEGA DÍAZ, ALFREDO BENJAMÍN

ASESOR:  
MG. Morales Chasco, Osmary

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
GESTIÓN EMPRESARIAL Y PRODUCTIVA  
CALLAO – PERÚ  
2017

Resumen de coincidencias

26 %

1

docslide.com.br

Fuente de Internet

2 %

2

www.usmp.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

3

alicia.concytec.gob.pe

Fuente de Internet

1 %

4

ateneco.unmnm.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

5

ri.uaemex.mx

Fuente de Internet

1 %

6

Entregado a Universidad...

Trabajo del estudiante

1 %

7

red.uao.edu.co

Fuente de Internet

1 %

8

documents.mx

Fuente de Internet

1 %

9

fresno.ulima.edu.pe

Fuente de Internet

1 %

10

biblioteca.utec.edu.sv

Fuente de Internet

1 %





# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O LA TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: MONICA DIAZ ALEJANDRO BENJAMIN  
D.N.I. : 10176377  
Domicilio : IN TITULO N° 533  
Teléfono : Fijo: 3243725 Móvil : 987135292  
E-mail : abnoriogc@gmail.com

### 2. IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Modalidad:

☒ Trabajo de Investigación de Pregrado

☐ Tesis de Pregrado

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Industrial

☒ Grado

☐ Título

Bachiller en Ingeniería Industrial

☐ Tesis de Post Grado

☒ Maestría

Grado : \_\_\_\_\_

☐ Doctorado

Mención : \_\_\_\_\_

### 3. DATOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

MONICA DIAZ ALEJANDRO BENJAMIN

Título del Trabajo de Investigación o de la tesis:

CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS EN EL ÁREA DE  
EXTENSIÓN DE UNA FÁBRICA DE CONCRETOS ETE-  
RIZADOS

Año de publicación :

2019

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.  
No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

[Firma]

Fecha :

16-01-2019



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN DE

la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Alfredo Benjamín Morales Díaz

INFORME TITULADO:

Control Estadístico de procesos en el área de  
extrusión de una fábrica de cables eléctricos  
Lima 2017

PARA OBTENER EL GRADO TÍTULO O GRADO DE:

Bachiller en Ingeniería Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 30/11/2017

NOTA O MENCIÓN: **15**

DANIEL ORTEGA ZAVALA

